иотека
РОМОНТЕРА

.ДИДУХ, А.П.ЛИСТКОВ

ОВЕРКА ЭЛЕМЕНТОВ ПАРАТУРЫ ЛЕМЕХАНИКИ



БИБЛИОТЕКА ЭЛЕКТРОМОНТЕРА

Выпуск 179

Ю. И. ДИДУХ, А. П. ЛИСТКОВ

ПРОВЕРКА ЭЛЕМЕНТОВ АППАРАТУРЫ ТЕЛЕМЕХАНИКИ



ИЗДАТЕЛЬСТВО «ЭНЕРГИЯ»

МОСКВА 1966 ЛЕНИНГРАД

УДК 621.398:371.27(04)
Д44

Описаны наиболее употребительные элементы автоматики и телемеханики, используемые в различных схемах. Даны рекомендации по их монтажу и эксплуатации.

Описаны простейшие методы проверки элементов до монтажа и в схемах. Приведены описания приборов, серийно выпускающихся промышленностью и самодельных, для контроля элементов автоматики.

Брошюра предназначена для электромонтеров, начинающих заниматься обслуживанием аппаратуры автоматики и телемеханики с бесконтактными элементами.

ВВЕДЕНИЕ

Электрификация народного хозяйства, внедрение автоматики и телемеханики в его самых различных отраслях — такова генеральная линия научно-технического прогресса в нашей стране. С каждым годом все большее распространение получают устройства автоматики и телемеханики, в которых применяются бесконтактные элементы, замещающие устаревшие релейные устройства. С внедрением бесконтактных элементов в автоматику и телемеханику к обслуживающему персоналу предъявляются новые требования. Электромонтеры, обслуживающие такие устройства автоматики и телемеханики, должны быть хорошо знакомы с этими элементами и знать правила их эксплуатации, монтажа и замены.

Электромонтер, обслуживающий устройства с бесконтактными элементами, в процессе эксплуатации может столкнуться с необходимостью грамотно решить вопрос о замене тех или иных элементов схемы ввиду их выхода из строя или несоответствия их параметров требуемым.

В этих случаях электромонтеру потребуется обнаружить неисправный элемент, отсоединить его от схемы, подобрать элемент для замены, подключить его, после чего проверить параметры узла или всего устройства.

В ряде случаев такая замена производится относительно просто, но иногда необходимо, прежде чем устанавливать новый элемент в схему, проверить параметры нескольких заменяющих элементов и из ряда имеющихся однотипных выбрать наиболее подходящий. В отдельных случаях требуется изменять параметры соседних элементов схемы с тем, чтобы весь узел не изменил своих характеристик.

При переходе к эксплуатации аппаратуры на бесконтактных элементах электромонтерам приходится знакомиться с новыми для них понятиями (прямой и обратный токи в диодах и транзисторах, полупроводниковые переходы и т. д.), элементами (диодами, транзисторами, магнитными элементами) и целыми элементарными комплексами (триггерами, мультивибраторами и др.). Нужно разбираться в этих вопросах, уметь делать вывод о правильной работе элементов и целых звеньев схемы, уметь пользоваться приборами для проверки элементов, ориентироваться в справочной и каталожной литературе.

Цель брошюры—познакомить электромонтеров с полупроводниковыми элементами, научить их грамотно эксплуатировать эти элементы в устройствах автоматики и телемеханики, рассказать об устройстве и работе приборов, применяющихся для настройки и контроля аппаратуры на бесконтактных элементах.

В начале брошюры описаны свойства и основные характеристики наиболее распространенных бесконтактных элементов телемеханики и даются рекомендации по элементарному контролю.

Затем следует раздел об особенностях монтажа бесконтактных элементов.

Брошюра заканчивается описанием приборов контроля, серийно выпускаемых нашей промышленностью.

ЭЛЕМЕНТЫ УСТРОЙСТВ АВТОМАТИКИ И ТЕЛЕМЕХАНИКИ

Полупроводниковым диодом называется прибор с двумя выводами, который в одном направлении пропускает электрический ток свободно (прямая проводимость), а в другом, обратном направлении, представляет большое сопротивление и практически тока не пропускает (обратная проводимость). Выпускаемые в настоящее время и применяющиеся в схемах автоматики и телемеханики диоды имеют прямую проводимость в несколько сотен и тысяч раз большую, чем обратная.

Свойство пропускать ток только в одном направлении обнаруживается в месте контакта между некоторыми материалами, называемыми полупроводниками и металлами. К числу полупроводников относятся герма-

ний, кремний, селен, закись меди. В качестве металлов используются медь, индий и другие.

В последнее время наибольшее распространение получили диоды, изготовленные на основе кремния и германия.

Обозначение типа диода составляется следующим образом. Вначале стоит буква «Д», обозначающая слово диод, затем следует цифра, указывающая на характеристику диода (материал, конструктивный тип и т. д.), например, Д2Б.

В зависимости от типа контакта двух материалов возникли два основных вида диодов: «плоскостные» и «точечные». Точечные диоды предназначены для пропускания токов, значительно меньших, чем плоскостные.

В электрических схемах все диоды обозначаются одинаково, так, как показано на рис. 1, причем вершина треугольника указывает направление прямой проводимости.



Рис. 1. Условное обозначение полупроводниковых диодов в электрических схемах.

В зависимости от конструкции диоды делятся на сплавные, диффузионные и др.

Основными параметрами (электрическими свойствами) полупроводниковых диодов являются *наименьший прямой ток* ($I_{пр.мин}$) — величина тока при напряжении в 1 *в*, приложенном в прямом направлении; *наибольший обратный ток* ($I_{обр.макс}$) — величина тока при наибольшем обратном допустимом напряжении; *наибольший выпрямленный ток* ($I_{пр.макс}$) — величина тока, который может длительно проходить через диод; *наибольшая амплитуда обратного напряжения* ($U_{обр.макс}$) — амплитуда напряжения, которое может быть приложено на длительное время.

Для мощных диодов нормируется также *падение напряжения в прямом направлении* $\Delta U_{пр}$ при наибольшем выпрямленном токе.

Параметры диодов приведены в табл. 1.

Кроме перечисленных, есть еще и другие параметры, которые можно найти в справочной литературе.

Некоторые свойства диодов изображаются на вольтамперных характеристиках. Эти характеристики показывают зависимость между приложенным к диоду на-

пряжением и проходящим через него током. Для примера на рис. 2 изображены вольт-амперные характеристики диода типа Д7Ж. Характеристики других диодов сходны по форме с показанной на рис. 2 и отличаются от нее величинами токов и напряжений.

В аппаратуре автоматики и телемеханики полупроводниковые диоды выполняют те же функции, что и двухэлектродные электронные лампы — кенотроны, диоды. Но полупроводниковые диоды обладают рядом преимуществ по сравнению с электронными лампами.

Таблица 1

Основные параметры германиевых диодов

Типы диодов	Наибольшее амплитудное допустимое обратное напряжение $U_{обр.макс}$, *в*	Наибольший допустимый выпрямленный ток $I_{пр.макс}$, *ма*	Наибольшее прямое падение напряжения (при наибольшем выпрямленном токе) $\Delta U_{пр}$, *в*	Обратный ток $I_{обр.макс}$, *ма*, при $U_{обр.макс}$	Прямой ток $I_{пр}$, *ма*, при постоянном напряжении 1 *в* (не менее)
Д2А	10	50	—	—	50
Д2Б	30	16	—	—	5
Д2В	40	25	—	—	9
Д2Г	75	16	—	—	2
Д2Д	75	16	—	—	4,5
Д2Е	100	16	—	—	4,5
Д2Ж	150	8	—	—	2
Д2И	100	16	—	—	2
Д7А	50	300	0,5	0,1	—
Д7Б	100	300	0,5	0,1	—
Д7В	150	300	0,5	0,1	—
Д7Г	200	300	0,5	0,1	—
Д7Д	300	300	0,5	0,1	—
Д7Е	350	300	0,5	0,1	—
Д7Ж	400	300	0,5	0,1	—
Д302	200	1 *а*	0,25	1	—
Д303	150	3 *а*	0,3	1	—
Д304	150	5 *а*	0,3	3	—
Д305	50	10 *а*	0,35	3	—

Примечания: 1. Диод 2ДА с 1963 г. с производства снят. Характеристики этого диода приведены для справок.

2. Характеристики диодов Д303—Д305 даны для случая использования их с медными радиаторами толщиной 3 *мм* и диаметром: для Д303—60 *мм*, для Д304—80 *мм*, для Д305—150 *мм*.

Они имеют меньшие размеры, меньший вес и другие достоинства, благодаря которым аппаратура приобретает значительно меньшие размеры и вес, чем аппаратура с электронными лампами. Они работают с более высоким к. п. д., чем электронные лампы, они потреб-

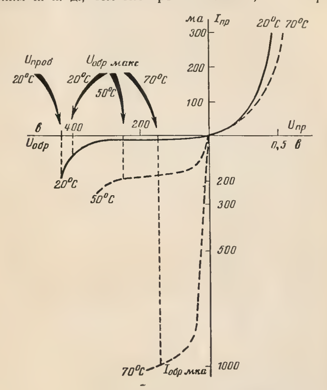


Рис. 2. Вольт-амперная характеристика диода типа Д7Ж.

ляют меньше энергии при своей работе, более долговечны и не нуждаются в дополнительном источнике электроэнергии для нагрева катодов.

Недостатком полупроводниковых диодов является то, что фактические параметры диодов одного типа могут значительно различаться между собой и отклоняться от паспортных величин. Это называют разбросом параметров.

Кроме того, их параметры в большой степени зависят от температуры, при которой диоды работают. Большинство диодов резко ухудшает свои свойства и часто выходит из строя при температурах выше 60—70° С.

В настоящее время промышленность изготавливает

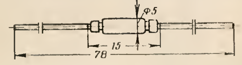


Рис. 3. Внешний вид и размеры диодов типа Д2.

большое количество типов диодов, но наибольшее распространение получили диоды серий Д2, Д7 и Д300.

Точечные германиевые диоды серии Д2 рассчитаны для использования в цепях с малыми токами (в пределах 5—10 *ма*) и с частотой до 150 *Мгц*. Эти диоды оформлены в металло-стеклянном корпусе с двумя выводами в виде плоских лент. На одном из выводов указывается тип диода и направление пропускания тока. Размеры диода показаны на рис. 3.

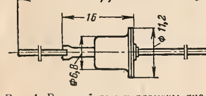


Рис. 4. Внешний вид и размеры диодов типа Д7.

Диоды серии Д7 — германиевые, плоскостные, сплавные предназначены для выпрямления переменного тока. Они могут применяться в цепях с частотой до 50 *кгц*, причем до 2 *кгц* диоды работают без снижения величины выпрямленного тока. С увеличением частоты свыше 2 *кгц* величину выпрямленного тока снижают. При частоте 50 *кгц* это снижение составляет 40% номинального выпрямленного тока. Диоды серии Д7 оформлены в металлический герметичный корпус с вваренными выводами. На корпусе диода краской указаны тип диода и его полярность — направление пропускания тока.

Размеры диодов серии Д7 показаны на рис. 4.

В среде с температурой выше 20° С свойства диодов серии Д7 резко ухудшаются: возрастает обратный ток, падает величина допустимого обратного напряжения.

Силовые диоды серии Д300 — германиевые, сплавные, предназначены для выпрямления переменного тока. При работе в цепях с частотой 10 *кгц* среднее значение выпрямленного тока должно быть снижено на 30% против номинального. Диоды оформлены в металлическом герметичном корпусе.

При работе с большими нагрузками диоды серии Д300 сильно нагреваются. Для отбора тепла и улучшения условий охлаждения к диоду прикрепляется радиа-

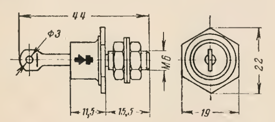


Рис. 5. Внешний вид и размеры диодов типа Д300.

тор в виде медной шайбы с большой поверхностью охлаждения. Размеры радиаторов приведены в табл. 1. Радиатор может быть изолирован от корпуса диода шайбой, например слюдяной, но тогда номинальный ток через диод нужно снизить на 30%.

Винт для крепления и корпус являются положительным электродом диода. Отрицательный электрод выведен через стеклянный изолятор. На корпусе диода краской указаны тип диода и полярность выводов. Размеры диодов серии Д300 приведены на рис. 5. При температурах выше 30—40° С характеристики диодов Д302—Д305 резко ухудшаются, как видно из графика рис. 6.

Примером использования диодов могут служить выпрямительные устройства, выполненные по однополупериодной схеме (рис. 7,*а*) или по двухполупериодным схемам (рис. 7,*б* и *в*).

Диоды для выпрямительных схем выбирают так, чтобы их параметры соответствовали величинам токов и напряжений, на которые рассчитана схема. Если такого соответствия не будет, то действие схемы окажет-

ся неудовлетворительным, а диоды будут выходить из строя.

Прежде всего учитывают амплитудное значение напряжения, действующего в цепи с диодом (величина $U_2 \times 1.42$ *в* на рис. 7). Это напряжение не должно превышать указанного в графе 2 табл. 1 для заданного типа диодов. Выпрямленный ток, зависящий от нагрузки выпрямителя, должен быть равен или меньше тока, указанного в графе 3 табл. 1.

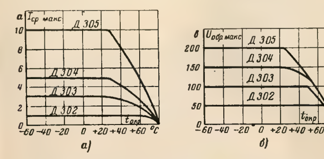


Рис. 6. Зависимости максимально допустимого выпрямленного тока (*а*) и обратного напряжения (*б*) от температуры окружающей среды для диодов Д302—Д305.

В схемах двухполупериодного выпрямления очень важно подобрать диоды не только по паспортным данным, но и так, чтобы их действительные прямые и обратные сопротивления были бы возможно ближе между собой.

В тех случаях, когда величина допустимого обратного напряжения у заданного типа диода меньше подводимого напряжения (U_2 на рис. 7 и 8), допускается последовательное включение диодов (рис. 8). Так как характеристики диодов не одинаковы и имеют большой разброс обратных сопротивлений и пробивных напряжений, при последовательном включении диодов напряжения $U_{д1}$, $U_{д2}$, ..., $U_{дn}$ не будут равны. В результате неравенства напряжений на одном из диодов цепочки может оказаться такое напряжение, которое приведет к выходу из строя этого диода. Пробой одного диода немедленно повысит напряжение на всех осталь-

ных и вызовет пробой всех оставшихся диодов. Чтобы избежать этого их характеристики (токи и сопротивления) должны отличаться друг от друга не более чем на 10%.

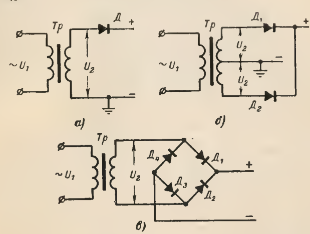


Рис. 7. Типовые выпрямительные схемы на диодах.
а — однополупериодное выпрямление; *б* и *в* — двухполупериодное выпрямление.

Для улучшения условий работы диодов при последовательном соединении их шунтируют сопротивлениями, как показано на рис. 8 пунктиром.

Величины шунтирующих сопротивлений выбираются для диодов серии Д300 в пределах 10—15 *ком* на

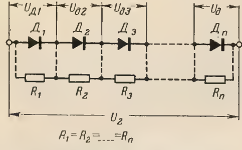


Рис. 8. Схема последовательного включения диодов с добавочными сопротивлениями.

каждые 100 *в* амплитуды обратного напряжения; для диодов серии Д7 в пределах 70—80 *ком* на каждые 100 *в* амплитуды обратного напряжения.

В случаях, когда наибольший допустимый выпрямленный ток диода меньше тока выпрямителя, определяемого нагрузкой, допускается параллельное включение диодов (рис. 9,*а*).

В такой схеме предварительно отбирают диоды по величине падения напряжения на диоде при номиналь-

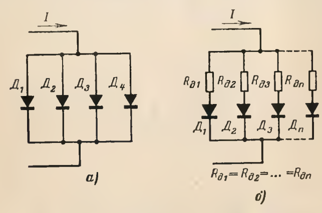


Рис. 9. Схемы параллельного включения диодов.
а — без добавочных сопротивлений; *б* — с добавочными сопротивлениями.

ном токе для данного типа диода. Параллельно можно включать диоды, падения напряжения которых отличаются друг от друга не более чем на 0,05 *в*. Если такой подбор произвести нельзя, то последовательно с диодом включают дополнительное сопротивление (рис. 9,*б*). Величина сопротивления для диодов всех типов должна быть в пределах 5—10 *ом*, причем для всех диодов данной схемы все сопротивления должны быть одинаковыми.

Транзистор — управляемый полупроводниковый прибор, по своим функциям аналогичный электронной лампе с управляющей сеткой (триоду).

В транзисторе роль управляющего электрода выполняет база *б*, роль анода выполняет коллектор *к*, а роль катода выполняет эмиттер *э* (рис. 10).

В зависимости от конструктивной структуры транзисторы могут быть типов *n-p-n* и *p-n-p*. Обозначение транзисторов обоих типов в электрических схемах приведено на рис. 11. По внешнему виду между этими двумя типами транзисторов нет различия, однако транзисторы типа *n-p-n* имеют полярность включения, обратную по сравнению с транзисторами типа *p-n-p*.

Наибольшее распространение получили транзисторы типа *p-n-p*.

Как и в полупроводниковых диодах, в транзисторах используется принцип односторонней проводимости.

Как устроен и как работает транзистор, подробно описано в литературе [Л. 1, 7]. В устройствах автоматики и телемеханики транзисторы применяются как для усиления сигнала, так и для переключения цепей.

а) б)

Рис. 10.

а — схема электронной лампы; *а* — анод; *с* — сетка; *к* — катод; *б* — схема полупроводникового транзистора: *к* — коллектор; *б* — база; *э* — эмиттер.

В справочной литературе обыкновенно приводятся следующие основные параметры транзисторов.

Коэффициенты усиления по току в схеме с общей базой α или в схеме с общим эмиттером β. Они показывают, во сколько раз увеличение (приращение) тока коллектора будет больше увеличения (приращения) тока базы (α) или эмиттера (β). В справочниках последних изданий коэффициенты α и β часто не приводятся, а приводятся соответствующие коэффициенты в системе h-параметров. В этом случае параметр h_{21} для схемы «с общей базой» будет соответствовать коэффициенту α, а для схемы «с общим эмиттером» — β.

Коэффициенты α и β связаны соотношением

$$\beta = \frac{\alpha}{1 - \alpha}.$$

Обратные токи $I_{к.о}$ (обратный ток коллектора) и $I_{э.о}$ (обратный ток эмиттера) — наибольшие токи, проходящие через коллектор или эмиттер, когда между кол-

лектором и базой (или эмиттером и базой) приложено обратное напряжение.

Наибольший допустимый ток коллектора $I_{к.макс}$ при естественном охлаждении. В некоторых справочниках вместо $I_{к.макс}$ приводится $P_{к.макс}$ — наибольшая допустимая мощность, рассеиваемая коллектором.

Параметры транзисторов приведены в табл. 2.

Гораздо реже в справочной литературе приводятся сопротивления переходов транзистора, хотя для практических целей, особенно для проверки транзистора, эти величины необходимы. Значения этих сопротивлений приведены в табл. 5.

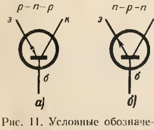


Рис. 11. Условные обозначения транзисторов в схемах.
а — транзистор типа *p—n—p*; *б* — транзистор типа *n—p—n*.

Основные схемы включения транзисторов приведены на рис. 12.

Схема с общей базой — рис. 12,*а*. Источник сигнала (вход) включен в цепь эмиттера, сопротивление нагрузки — в цепь коллектора. Для схемы с общей базой коэффициент усиления по току $\alpha<1$ $(\alpha=0{,}9\div0{,}98)$. Схема с общей базой используется для усиления сигнала по напряжению и по мощности.

Схема с общим эмиттером (рис. 12,*б*). Источник сигнала (вход) включен в цепь базы. Нагрузка — в цепи коллектора. Схема используется для получения большого усиления по напряжению и по току. В этом случае коэффициент усиления по току $\beta>1$.

Схема с общим коллектором (рис. 12,*в*). Источник сигнала включен в цепь базы, нагрузка в цепи эмиттера. Схема используется для усиления по току с коэффициентом усиления $\beta>1$. Коэффициент усиления по напряжению для этой схемы всегда меньше 1. Схема с общим коллектором иначе называется «эмиттерным повторителем», так как сигнал в цепи базы поступает в цепь эмиттера с большим усилением.

Как и диоды, транзисторы, в зависимости от основных материалов, примененных при изготовлении, бывают германиевые и кремниевые. По своей конструкции они делятся на точечные, плоскостные и диффузионные

(транзисторы, у которых базовая область образуется за счет диффузии особых примесей, входящих в состав эмиттерного сплава).

Точечные транзисторы — слаботочные. В аппаратуре они применяются сравнительно редко из-за невысокой механической прочности и неудовлетворительных характеристик (транзисторы П1, П2 и др.). В настоящее время эти транзисторы не изготавливаются.

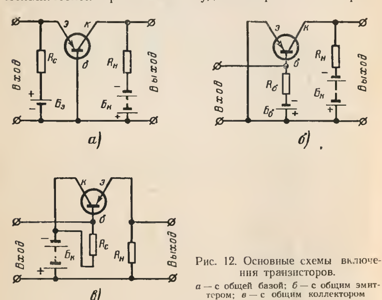


Рис. 12. Основные схемы включения транзисторов.

а — с общей базой; *б* — с общим эмиттером; *в* — с общим коллектором

В установках автоматики и телемеханики наибольшее распространение в настоящее время получили германиевые сплавные транзисторы типов П39, П40 и др.

Обозначение типа транзистора составляется следующим образом. Вначале стоит буква «П» — полупроводниковый триод — транзистор; затем следует цифра, указывающая на характеристику транзистора (материал, тип, частота и др.).

Наиболее часто употребляющиеся транзисторы. Транзисторы П39—П41 (П13—П15) германиевые, сплавные с *р-п-р*-переходами, предназначены для работы в схемах с частотой до 2 *Мгц*. Транзисторы П39—П41 оформлены в металлическом герметичном корпусе (рис. 13,*а*)

со стеклянными изоляторами и гибкими выводами. Вывод базы электрически соединен с корпусом прибора. С 1964 г. расположение выводов изменено, как показано на рис. 13,*б*.

Транзисторы П42 (П16) — германиевые, сплавные, типа *p-n-p*, предназначены для работы в схемах пере-

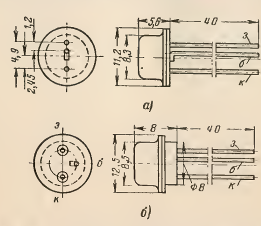


Рис. 13. Транзисторы типов П39—П42 (П13—П16).
а — старого выпуска; *б* — нового выпуска.

ключения и усиления. Эти транзисторы допускают использование их в схемах с более высоким напряжением питания $U_к$ и большими токами нагрузки. По своим размерам и внешнему виду они не отличаются от транзисторов типа П39 (рис. 13).

Транзисторы П201—П203 — германиевые, сплавные, типа *p-n-p* используются в схемах переключения цепей, усиления низкой частоты и для преобразования постоянного напряжения в переменное.

Транзисторы заключены в металлический герметичный корпус с гибкими выводами. Вывод коллектора электрически соединен с корпусом транзистора. Основные размеры и схема расположения выводов показаны на рис. 14.

Транзисторы П201—П203 — силовые, работающие с большими токами нагрузки и повышенной теплоотдачей. При эксплуатации этих транзисторов надо применять радиаторы, аналогичные радиаторам силовых дио-

дов. Размеры медных радиаторов 120×120×4 *мм.* При необходимости электрически изолировать корпус транзистора от радиатора применяют тонкие изоляционные слюдяные прокладки.

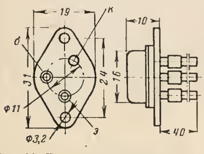


Рис. 14. Размеры транзисторов типа П201—П203.

Транзисторы П401—П403 германиевые, диффузионные, типа *р-п-р*, применяются для усиления и генерирования электрических сигналов с частотой до 120 *Мгц*. По внешнему виду они похожи на транзисторы П39—П41, но имеют другое расположение выводов (рис. 15).

Лампы с холодным катодом. В устройствах автоматики часто применяются экономичные лампы с холодным катодом: диоды (неоновые лампы) и триоды (тиратроны).

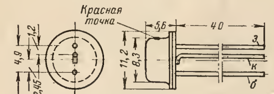


Рис. 15. Размеры транзисторов типа П401—П403.

Эти лампы изготавливаются в виде стеклянного или металлического баллона диаметром 6—10 *мм,* наполненного разреженным инертным газом. В баллоне в зависимости от типа лампы размещены два или больше электродов, изготовленных из чистых металлов — молибдена или циркония. При прохождении тока через лампу газ в области катода начинает светиться. Форма электродов определяется ее конструктивными особенностями или необходимой формой свечения.

При включении лампы в цепь постоянного тока ее катод подключается к минусу цепи. В этом случае яр-

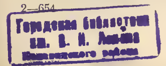


Таблица 2

Основные характеристики германиевых транзисторов

Старое обозначение	Новое обозначение*	Коэффициент усиления по току β	Граничная частота усиления по току, *Мгц* (не менее)	Обратный ток коллектора $I_{к.о}$ при разомкнутой цепи эмиттер—база, *мка* (не более)	Обратный ток эмиттера $I_{э.о}$ при разомкнутой цепи коллектор—база, *мка* (не более)	Наибольшее допустимое обратное напряжение коллектор—база $U_{к.б}$ при отключенном эмиттере, *в*	Наибольшее допустимое обратное напряжение коллектор—эмиттер $U_{к.э}$ при отключенной базе, *в*	Наибольший ток коллектора $I_к$, *ма*	Наибольшая допустимая общая мощность, рассеиваемая транзистором при 35° С, *мвт*
П13	П39	12	0,5	30	30	15/30**	15	—	150
П13Б	П39Б	20—60	1	10	10	15/30**	15	—	150
П14	П40	20—40	1	30	30	15/30**	15	—	150
П14А	П40А	20—40	1	30	30	30	30	—	150
П14Б	П40Б	30—60	1	30	30	30	30	—	150
П15	П41	30—60	2	30	30	15/30**	15	—	150
П15А	—	50—100	2	10	30	15/30**	15	—	150
П16	П42	20—35	1—3	25	25	15	15	50/300**	200
П16А	П42А	30—50	1—3	25	25	15	15	50/300**	200
П16Б	П42Б	45—100	2	25	25	15	15	50/300**	200
П20	—	50—150	1	50	50	50	50	50/300**	150
П21	—	20—60	1	50	50	50	70	50/300**	150
П21А	—	50—150	1	50	50	50	70	50/300**	150
П25	—	10	0,2	60	40	60	60	400***	200
П25А	—	15	0,2	60	40	60	60	400***	200
П25Б	—	25	0,465	60	40	60	60	400***	200
П201	—	20	0,1	5	5	30	22	1,5 *а*	10/1****
П201А	—	40	0,2	5	5	30	22	1,5 *а*	10/1****
П202	—	20	0,2	5	5	45	30	1,5 *а*	10/1****
П203	—	20	0,2	5	5	60	30	1,5 *а*	10/1****

* Кроме приведенных в таблице, введены следующие новые обозначения:
старое: П8, П9А, П10, П11, П101, П101А, П102, П103
новое: П35, П36А, П37, П38, П111, П111А, П112, П113

** В числителе — в режиме усиления, в знаменателе — в импульсном режиме.

*** В импульсном режиме.

**** В числителе — с теплоотводом (радиатор 200×200 *мм* из дюраля толщиной 4 *мм*), в знаменателе — без теплоотвода.

кое свечение наблюдается в области катода. При обратном включении свечение также будет, но в области анода и значительно слабее. Важным свойством лампы является то обстоятельство, что ток в ней возникает не сразу после ее включения, а только после достижения некоторого напряжения, называемого напряжением зажигания.

Диоды МН-3—МН-15 представляют собой лампу со стеклянным баллоном, заканчивающимся цоколем. Внутри лампы размещены два электрода: катод в виде

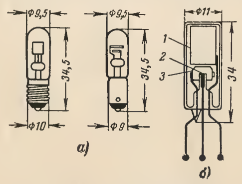


Рис. 16. Лампы с холодным катодом.
а — диод типа МН-5; *б* — тиратрон типа МТХ-90.

цилиндра и анод в виде проволочки, расположенной в центре цилиндра катода. Конструкция диода изображена на рис. 16,*а*. Основные характеристики диодов даны в табл. 3.

В схемах автоматики и телемеханики диоды типов МН-3—МН-15 применяются для указания наличия напряжения в схеме, в некоторых схемах для образования импульсов с регулируемой длительностью и в схемах реле времени. В схемах первого типа используется только эффект свечения. В схемах второго рода используется свойство зажигания и пропускания электрического тока через диод только при достижении напряжения зажигания.

При эксплуатации диодов следует иметь в виду, что все диоды должны включаться через балластное сопротивление, которое подбирается такие образом, чтобы

ток, проходящий через лампу, не превосходил допустимой величины.

У ламп СН-1 и СН-2 балластное сопротивление, рассчитанное на напряжения сети 220 *в* для СН-1 и 127 *в* для СН-2, встроено в цоколь лампы.

Таблица 3

Основные характеристики диодов с холодным катодом

Тип	Напряжение зажигания, *в*	Ток, *ма*	Диаметр баллона, *мм*	Длина лампы, *мм*	Тип цоколя	Род тока
МН-3	48—65	1	15	35	1Ш-12	Постоянный
МН-4	80	1,5—2	15	35	1Ш-12	»
МН-5	50—150	0,2	9	33	Р-10 1Ш9	Переменный
МН-6	60—90	0,8	7	28	—	Постоянный
МН-7	87	0,4—2	15	40	2Ш-15	»
МН-8	85	1	9	33	Р-10	»
МН-11	85	5	14	42	1Ш-9	»
МН-12	95	0,2	9	34	1Ш-15	»
МН-15	220	0,45	9	38	Р-10	»
СН-1	150	20	56	90	Р-27	—
СН-2	82	30	56	90	Р-27	—

Примечание. Обозначение типа цоколя расшифровывается следующим образом: Ш — цоколь цилиндрический, Р — резьбовой. Цифра перед буквой обозначает количество контактов, цифра после буквы обозначает диаметр цоколя.

Триод с холодным катодом — тиратрон — содержит три электрода: анод, катод и сетку. Колба триода, как и колба диода, наполнена инертным газом.

Ток через тиратрон при включенном напряжении между анодом и катодом начинает проходить лишь после включения напряжения между катодом и сеткой. Напряжение, при котором тиратрон срабатывает и начинает пропускать ток, называется напряжением зажигания. После зажигания тиратрона напряжение на сетке перестает влиять на прохождение тока и сетка может быть даже отключена. Таким образом, роль сетки сводится только к включению тиратрона, а сам тиратрон действует как самоблокирующееся реле, которое срабатывает при включении напряжения между сеткой и катодом.

Основные параметры тиратрона с холодным катодом: напряжение зажигания между анодом и катодом, напряжение зажигания между сеткой и катодом и наи-

больший средний ток, допустимый между анодом и катодом.

Параметры триодов с холодным катодом приведены в табл. 4.

Таблица 4

Основные характеристики триодов с холодным катодом

Тип лампы	Напряжение зажигания между анодом и катодом, *в*	Напряжение зажигания между анодом и сеткой, *в*	Напряжение зажигания между сеткой и катодом, *в*	Наибольший средний анодный ток, *ма*
ТХ1	150—200	150—200	65—95	30
ТХ2	350—500	300—500	150—300	12
ТХ5А	270—300	145—200	130—165	0,25
МТХ-90	150—320	150—285	65—83	20

Примечание. Триоды типов ТХ1 и ТХ2 в настоящее время в новых разработках не применяются. Их характеристики в таблице приведены для справок.

Из числа триодов с холодным катодом — тиратронов — большое распространение получил триод МТХ-90 с активированным цезиевым катодом.

Лампа выполнена в виде стеклянного баллона с жесткими молибденовыми выводами.

Катод лампы представляет собой никелевый цилиндр, окисленный слоем цезия (для уменьшения напряжения зажигания).

Анодом лампы является молибденовая проволока диаметром 0,6 *мм*, расположенная в центре относительно сетки и катода.

Между катодом и анодом расположена сетка в виде шайбы (в модернизированных лампах в виде цилиндра). Сетка расположена снаружи анода и частично экранирует его от катода. Цилиндрическая форма лампы и коаксиальное размещение электродов позволяет получить большую яркость свечения. Общий вид лампы изображен на рис. 16,*б*.

Трансформаторы. В устройствах автоматики и телемеханики большое распространение имеют трансформаторы различных типов: силовые трансформаторы, трансформаторы связи различных электрических цепей, трансформаторы измерительные (тока и напряжения),

По своему конструктивному исполнению все перечисленные выше типы трансформаторов бывают: каркасные и бескаркасные, с магнитопроводами, состоящими из набора пластин трансформаторных сталей или из лент специальных трансформаторных сталей и др.

Силовые трансформаторы применяются главным образом в блоках питания аппаратуры автоматики. Как правило, эти трансформаторы каркасного типа, с магнитопроводами, собранными из Ш-образных пластин, и имеют несколько обмоток. При изготовлении и ремонте силовых трансформаторов необходимо обращать особое внимание на изоляцию между первичной (сетевой) обмоткой и вторичными обмотками, которые должны быть выполнены особенно тщательно во избежание пробоя и попадания в них сетевого переменного напряжения. Для обеспечения этого требования обмотки силовых трансформаторов выполняют рядовыми, с прокладкой между ними изолирующих материалов: ленты из лакоткани, кабельная бумага и т. п. Выводы сетевой обмотки удалены на каркасе от выводов других обмоток.

Трансформаторы связи могут иметь несколько обмоток и различные коэффициенты трансформации. Эти трансформаторы обычно каркасные с магнитопроводами из Ш-образных пластин. В последнее время часто встречаются трансформаторы, выполненные на тороидальных (кольцевых) сердечниках. Такие сердечники изготавливаются из ленты или кольцевых пластин трансформаторной стали или пермаллоя. Для трансформаторов повышенных частот, а также для различных входных, выходных и импульсных трансформаторов применяются специальные сплавы железа и никеля (пермаллой) марок 50Н, 80НХС, 79НМ и др.

Дроссели конструктивно выполняются, как и трансформаторы. Катушка дросселя имеет одну обмотку (иногда с отводами для настройки), сердечник ее выполняется из трансформаторной стали, но сборка сердечника производится с воздушным зазором, необходимым для регулировки индуктивности дросселя.

Трансформаторы с прямоугольной петлей гистерезиса составляют особую группу трансформаторов. Эти трансформаторы, выполненные, как правило, на кольцеобразных сердечниках из пермаллоя, используются в логических и счетных схемах как элементы памяти.

Конденсаторы в устройствах автоматики и телемеханики находят широкое применение. Главным образом используются конденсаторы постоянной емкости. Подстроечные конденсаторы и конденсаторы переменной емкости встречаются сравнительно редко.

В зависимости от того, какой диэлектрик использован в конденсаторе, они делятся на бумажные типов КБ, КБГ, БМ и др.; слюдяные типов КСО, КСТ, СГМ; металлобумажные типов МГБП, МБГЦ, МБМ и др. и электролитические типов КЭ, ЭМ, ЭГЦ.

Меньшее применение находят конденсаторы других типов (пленочные, керамические и др.).

Основными параметрами конденсаторов являются:

а) электрическая емкость. Промышленность выпускает конденсаторы постоянной емкости от 1 *пф* до 2 000 *мкф*. Величина емкости, указанная на конденсаторе, соответствует стандартной шкале номинальных значений емкости конденсаторов.

Фактическая емкость может отклоняться от номинальной в зависимости от класса точности конденсатора. Конденсаторы широкого применения выпускаются трех классов точности: класс I — с отклонением не более ±5% номинальной емкости, указанной на конденсаторе; класс II — с отклонениями не более ±10% и класс III — с отклонениями не более ±20%.

Это значит, например, что у конденсатора класса II с номинальной емкостью 1 000 *пф* фактическая емкость может быть в пределах от 900 до 1 100 *пф*;

б) рабочее напряжение. Наибольшее электрическое напряжение, при котором конденсатор способен надежно и длительно работать, не изменяя свои параметры (емкость, сопротивление изоляции и т. д.), называется номинальным рабочим напряжением конденсатора. В большинстве случаев на конденсаторе указывается номинальное рабочее напряжение постоянного тока.

При использовании такого конденсатора в цепях переменного или пульсирующего тока следует иметь в виду, что наибольшее (амплитудное) значение напряжения, подаваемое на конденсатор, не должно превышать значения рабочего напряжения, указанного на конденсаторе ($U_{раб}$). Иными словами, при использовании конденсатора в цепях переменного тока напряжечне на кон-

денсаторе, замеренное вольтметром (эффективное напряжение) должно составлять не более 0,65 $U_{раб}$.

Конденсаторы широкого применения выпускаются на рабочее напряжение от единиц вольт до десятков киловольт.

В цепях постоянного тока могут применяться конденсаторы любых типов. В цепях переменного тока могут применяться конденсаторы бумажные, слюдяные, металло-бумажные. Электролитические конденсаторы в цепях переменного тока применять нельзя.

Для всех конденсаторов, кроме электролитических, соблюдение полярности не требуется.

При подключении к схеме электролитических конденсаторов следует обязательно соблюдать полярность. Обычно эти конденсаторы имеют разметку полярности или используется правило — корпус и гайка конденсатора подключаются к отрицательному полюсу цепи. Неправильное включение электролитических конденсаторов приводит к выходу из строя самих конденсаторов и часто целых узлов устройства.

а)

б)

в)

Рис. 17. Условные обозначения конденсаторов в схемах. *а* — общее обозначение; *б* — электролитический конденсатор; *в* — конденсатор с регулируемой емкостью.

Обозначения конденсаторов на схемах. На рис. 17 приведены условные обозначения конденсаторов в схемах. Обычно около обозначения конденсатора помещают прописную букву *C* с порядковым номером по схеме и указывают его емкость.

Для разгрузки схем от излишних подписей в радио и электрохимической литературе обычно пользуются следующими правилами:

Емкости от 1 до 10 000 *пф* обозначаются в пикофарадах, а 10 000 *пф* и более в микрофарадах без указания в обоих случаях единицы измерения.

Например, если рядом с обозначением конденсатора стоит число 150, то это означает 150 *пф*, а число 0,15 обозначает 0,15 *мф* (что соответствует 150 000 *пф*). Если емкость конденсатора равна целому числу микрофарад, то после знака емкости ставятся запятая и ноль (на-

пример, емкость конденсатора в 15 *мкф* обозначается числом 15,0).

Емкости, составляющие доли или число с долями пикофарады, обозначаются в пикофарадах с указанием единицы измерения (например 1,5 *пф* или 7,5 *пф*).

В том случае, когда необходимо указать величину рабочего напряжения конденсатора (обычно для электролитических), рядом с обозначением емкости в скобках указывают величину рабочего напряжения. Например, конденсатор 12 *мкф* на рабочее напряжение 600 *в* имеет обозначение 12,0 (600 *в*).

Сопротивления, применяемые в устройствах автоматики и телемеханики, делятся на две основные группы — проволочные и непроволочные. И те, и другие могут быть регулируемые (переменные) и нерегулируемые (постоянные).

Непроволочные сопротивления имеют наибольшее распространение из-за простоты изготовления, дешевизны, меньших размеров и других положительных качеств.

Проволочные сопротивления хотя и имеют большие габариты, но параметры их более постоянны. Во многих случаях они могут быть рассчитаны и изготовлены на месте.

Непроволочные постоянные сопротивления применяются главным образом типов ВС (влагостойкие сопротивления), УЛМ (углеродистые лакированные малогабаритные) и МЛТ (металлизированные лакированные теплостойкие).

Проволочные постоянные сопротивления используются типов ПЭ (постоянные эмалированные), ПЭВ (влагостойкие) и ПЭВ-х (с хомутиком для изменения величины сопротивления).

Переменные сопротивления встречаются в устройствах автоматики реже, главным образом типов СП (сопротивления переменные, непроволочные) и СПО (объемные).

Основные параметры сопротивлений.

Номинальное сопротивление.

Промышленность выпускает сопротивления различных типов с номинальным сопротивлением от единиц ом до десятков мегом.

Для постоянных сопротивлений установлены три класса точности: класс I с допускаемым отклонением

±5% номинального значения сопротивления; класс II — с отклонениями не более ±10% и класс III — с отклонениями не более ±20%.

Это означает, что сопротивление 20 *ком* с допускаемым отклонением ±10% (II класс) может иметь фактическое сопротивление в пределах от 18 до 22 *ком*.

Номинальной мощностью называют наибольшую тепловую мощность постоянного и переменного тока, которую сопротивление может длительно рассеивать, не изменяя значительно своей величины. Номинальная мощность в ваттах обычно указывается на сопротивлении, например: ВС-2 (сопротивление типа ВС с номинальной мощностью 2 *вт*), ПЭВ-15 (сопротивление типа ПЭВ с номинальной мощностью 15 *вт*) и т. д. Если на электрической схеме не указана мощность сопротивления, то ее можно подсчитать по формулам:

$$P=\frac{U^2}{R} \text{ или } P=I^2R,$$

где P — рассеиваемая на сопротивлении мощность, *вт*;

U — напряжение на сопротивлении, *в*;

I — ток через сопротивление, *а*;

R — величина сопротивления, *ом*.

а) *б)* *в)* *г)* *д)*

Рис. 18. Условные обозначения сопротивлений в схемах.
а — общее обозначение нерегулируемого сопротивления; *б* — сопротивление с отводами; *в* — общее обозначение регулируемого сопротивления; *г* — регулируемое сопротивление с разрывом цепи; *д* — регулируемое сопротивление без разрыва цепи.

Условные обозначения сопротивлений в электрических схемах приведены на рис. 18.

Обыкновенно на схемах рядом с обозначением сопротивления помещают прописную букву R с порядковым номером по схеме и указывают номинальную величину сопротивления.

В радио- и электротехнической литературе для разгрузки схем от излишних надписей часто пользуются следующими правилами:

1. Сопротивления от 1 до 1 000 *ом* обозначаются целыми числами без указания единицы измерения (напри-

мер, сопротивление 510 *ом* обозначается только числом 510).

2. Сопротивления от 1 до 100 *ком* обозначаются числом килоом с прибавлением строчной буквы *к* (например сопротивление 82 *ком* обозначается 82*к*).

3. Сопротивления от 0,1 *Мом* и выше обозначаются в мегомах без указания единицы измерения, причем если величина сопротивления равна целому числу мегом, то после значения ставятся запятые и нуль (например, сопротивление 2 *Мом* обозначается 2,0).

- 1/4 *вт* - 2 *вт*
- 1/2 *вт* - 3 *вт*
- 1 *вт* - 5 *вт*

Рис. 19. Условные обозначения номинальной мощности сопротивлений.

4. Величины сопротивлений, составляющие доли или число с долями ом, обозначаются в омах с указанием единицы сопротивления (например 0,7 *ом* или 7,3 *ом*).

5. Если указанная на схеме номинальная величина сопротивления является приблизительной, а точная величина устанавливается при настройке прибора, то рядом с условным изображением сопротивления ставят звездочку.

6. Часто пользуются условными обозначениями номинальной мощности сопротивлений, приведенными на рис. 19.

ПРОВЕРКА ЭЛЕМЕНТОВ АППАРАТУРЫ

Проверка исправности элементов аппаратуры телемеханики и автоматики должна производиться в эксплуатационных условиях при установлении повреждений в аппаратуре, замене деталей для изменения режима работы устройств, перед монтажом нового аппарата и в других случаях. Поэтому овладение способами проверки элементов аппаратуры является важнейшим условием правильной эксплуатации и ремонта приборов.

Только в результате проверки можно определить, пригоден ли элемент к эксплуатации или он негоден и его следует заменить; можно ли этот элемент смонтировать взамен поврежденного или поставить во вновь изготавливаемый аппарат.

Для последующей эксплуатации аппарата очень важно определить и характер повреждения заменяемого элемента. Учет повреждений и их характера поможет устранить дефекты аппаратуры или трудности режима, в котором аппарат действует.

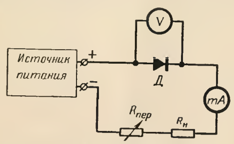


Рис. 20. Схема для измерения прямого падения напряжения на диоде.

Проверка диодов. До установки в схему при замене или в других случаях параметры каждого диода должны быть проверены. В первую очередь измеряются сопротивления в прямом и обратном направлениях. Проверка производится тестером ТТ-1, Ц-315 или омметром. Величина сопротивлений обычно в паспортных данных не указывается, но является важной величиной для практических целей, особенно для подбора диодов при их параллельном и последовательном включении. Практикой установлено, что величина прямого сопротивления для плоскостных диодов $R_{пр} \leqslant 10$ *ом*, и обратного $R_{обр} > 200$ *ом*, а для точечных диодов $R_{пр} \leqslant 100$ *ом*, $R_{обр} > 500$ *ком*.

Для ряда схем необходимо определять величину прямого падения напряжения на диоде. Это напряжение можно измерить по схеме, изображенной на рис. 20. Переменным сопротивлением $R_{пер}$ через диод *Д* устанавливается ток, величина которого определяется типом диода и контролируется по миллиамперметру *mA*.

Вольтметром V измеряется прямое падение напряжения на диоде.

Следует обратить внимание на подбор измерительных приборов для этой схемы. Приборы должны быть так подобраны, чтобы измеряемая величина определялась по шкале прибора с необходимой точностью и чтобы она лежала примерно во второй трети шкалы. Вольтметр и миллиамперметр — постоянного тока. Вольтметр подбирается таким, чтобы его собственное внутреннее сопротивление было не менее 200—500 *ом/в*.

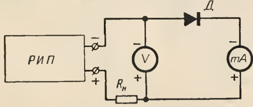


Рис. 21. Схема для измерения величины обратного тока через диод.

Сопротивление $R_п$ является ограничивающим сопротивлением, предохраняющим цепь с диодом от короткого замыкания при случайном уменьшении величины переменного сопротивления $R_{пер}$.

Кроме проверки на прямое падение напряжения, каждый диод должен быть проверен на наибольшую величину обратного тока при номинальном обратном напряжении. Схема, по которой производится измерение, показана на рис. 21. Питание схемы осуществляется постоянным током от регулируемого источника тока *РИП*. В качестве источника тока может быть выпрямитель с регулируемым трансформатором или потенциометр. В процессе измерения напряжение от источника тока поднимают с нуля до паспортного значения, после чего миллиамперметром *mA* измеряют обратный ток через диод *Д*. Очень важно правильно соблюдать полярность включения приборов и самого диода. Сопротивление $R_п$ служит для ограничения тока.

Пример. Проверяется диод типа Д7В. По табл. 1 находим величину $U_{обр}=150$ *в* (амплитудное значение). Регулируемым источником постоянного напряжения постепенно поднимаем напряжение до 150 *в*. Миллиамперметром измеряем ток, который у исправного диода должен быть не более 0,1 *ма*.

Диоды, вмонтированные в схему, можно проверять двумя основными способами: со снятым напряжением или при включенном приборе и поданном рабочем напряжении (рабочее состояние прибора).

При снятом напряжении (без демонтажа) можно проверить исправность диода. Для этого измеряется сопротивление диода в прямом направлении $R_{пр}$, во много раз меньшее сопротивления нагрузки, которая поэтому не окажет заметного влияния на показания измеряющего прибора.

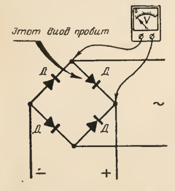


Рис. 22. Способ определения поврежденного диода в схеме.

В том случае, когда необходимо проверить работу диода, работающего в выпрямительной схеме при поданном напряжении, проверяют выпрямленное напряжение на каждом диоде *Д*, как показано на рис. 22. Если диод неисправен (пробит) и его сопротивление поэтому равно нулю, то и вольтметр покажет нуль.

При проверке диодов, работающих в цепях постоянного тока, измеряют падение напряжения на диоде. Это измерение производится вольтметром тестера типа ТТ-1, Ц-315 или другим прибором, причем щупы прибора прикладываются непосредственно к выводам диода. Если окажется, что падение напряжения в несколько раз превышает приведенные величины, то диод неисправен, в нем имеет место увеличение сопротивления, обычно обрыв, и его следует заменить.

Проверка транзисторов. Простейший обязательный контроль транзисторов перед монтажом содержит измерения сопротивлений между выводами база-коллектор $R_{б.к}$ и база-эмиттер $R_{б.э}$. Эти измерения производятся измерителем сопротивлений тестера или омметром при прямом и обратном направлениях тока. Изменение направления тока осуществляется перестановкой щупов— нужно при измерении сопротивления поменять щупы в точках измерений. Эти сопротивления для некоторых

типов транзисторов и схемы измерений показаны в табл. 5.

Кроме проверки сопротивлений, целесообразно проверить коэффициент усиления транзистора по току β и начальный (нулевой) ток коллектора $I_{к.н}$. Проверка коэффициента усиления производится по схеме на рис. 23. Величины сопротивлений $R_к$ (сопротивление коллектора) и $R_б$ (сопротивление базы) выбираются такими, чтобы условия испытания транзистора были близки к условиям, в которых транзистор должен находиться в схеме, а напряжение $U_к$ выбирается из таблицы параметров транзистора. После установления нужного режима миллиамперметром измеряют токи $I_к$ и $I_б$. Отношение этих токов

$$\frac{I_к}{I_б} = \beta$$

примерно равно коэффициенту усиления транзистора по току.

Проверка величины начального тока коллектора производится по схеме рис. 24. Отсчет величины тока по миллиамперметру производится после установления нормального, взятого из таблиц напряжения коллектора $U_к$.

Проверку транзистора без его отпайки производят следующим способом. Допустим, надо проверить исправность транзистора, включенного в схему, участок которой изображен на рис. 25. Вначале подключают вольтметр V, например тестер ТТ-1, между эмиттером *э* и коллектором *к* (точки *а* и *б* на рис. 25) и замыкают накоротко сопротивление R_1, подавая на базу *б* транзистора чистый минус. Исправный транзистор в этом случае должен открыться и вольтметр покажет напряжение, близкое к нулю.

Затем снимают закоротку с R_1 и закорачивают R_2, подавая на базу транзистора чистый плюс. В этом случае у исправного транзистора вольтметр должен показать напряжение, близкое к $U_к$ (транзистор будет закрыт).

Если при этих проверках показания вольтметра будут другими, то транзистор неисправен и его следует заменить.

Таблица 5

Схема измерения		$R_{б.к}$		$R_{б.э}$		$R_{к.э}$	
Полярность подключения омметра		б + к −	б − к +	б + э −	б − э +	к + э −	к − э +
Единицы измерения		*Мом*	*ом*	*Мом*	*ом*	*Мом*	*Мом*
Транзисторы	П39	2	18	2	20	1	0,2
	П40	2	16	2	16	0,6	0,2
	П20	2	34	2	34	1	0,1
	П25	2	10	2	10	1,8	0,2
	П201	0,4	7	0,3	7	5 *ком*	1,8 *ком*
	П202	0,4	7	0,3	7	5 *ком*	0,7 *ком*
	П204	0,4	7	0,4	7	5 *ком*	0,6 *ком*

Проверка и отбраковка ламп с холодным катодом перед установкой их в аппаратуру содержит внешний осмотр и проверку на соответствие заданным параметрам.

Первоначально лампы подвергаются внешнему осмотру и отбраковке, при этом следует обратить внимание на симметричность расположения электродов. Желательно, чтобы катод, анод и сетка находились в одной плоскости, а их возможное смещение не превышало 0,25 *мм*.

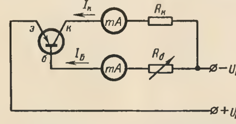


Рис. 23. Схема для проверки коэффициента усиления β транзистора.

У ламп МТХ-90 налет в виде светлых крупинок на катоде около вывода указывает на трещину в баллоне или плохую запайку выводов в стенке баллона.

После внешнего осмотра лампы проверяются по напряжению зажигания сетка — катод $U_{с\,к}$. Для тиратронов МТХ-90 это напряжение колеблется в пределах от 65 до 83 *в*. Проверка осуществляется по схеме, изображенной на рис. 26,*а*. При достижении указанного в таблице напряжения в лампе должно возникнуть свечение, указывающее на ее исправность. Величина тока зажигания проверяется по схеме, изображенной на рис. 26,*б*. Изменяя анодное напряжение, проверяющий добивается изменения величины тока зажигания. Лампы МТХ-90

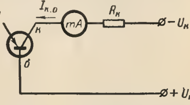


Рис. 24. Схема для проверки начального тока коллектора транзистора.

с током более 10 *мка* (при $U_а = 145$ *в*) пригодны для работы в любых устройствах.

При проверке лампы МТХ-90 следует обращать внимание на ее свечение. Исправная лампа дает свечение оранжево-красного цвета, желтый цвет свечения указывает на наличие примесей в газе-наполнителе, голубое свечение — на присутствие воздуха. Лампы с голубым и желтым свечением бракуются.

На рис. 26 показаны величины сопротивлений и емкостей только для схемы испытания тиратрона МТХ-90. Для ламп с другими параметрами величины сопротивлений и емкостей другие.

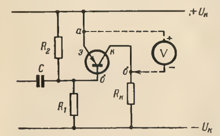


Рис. 25. Проверка исправности транзистора без его отпайки.

Проверка конденсаторов и сопротивлений. Конденсаторы и сопротивления подвергаются внешнему осмотру и при обнаружении дефектов отбраковываются.

Такими дефектами могут быть на конденсаторах плохо укрепленные выводы, вмятины на металлических оболочках и др. При осмотре сопротивлений нужно обратить внимание на крепление выводов, отсутствие изломов отдельных проволок на многопроволочных выводах, глубокие царапины на непроволочных сопротивлениях.

Кроме того, конденсаторы проверяются на отсутствие замыкания между обкладками. Проверка производится омметром любого типа, например тестером. Сопротивление исправного конденсатора равно бесконечности. При замыкании между обкладками сопротивление конденсатора становится равным нулю или близким к нему.

Проверка на отсутствие обрыва внутри конденсатора и проверка его на рабочее напряжение производятся на измерительных мостах и на специальных приборах.

Сопротивления, кроме внешнего осмотра, подвергаются проверке на соответствие величины омического сопротивления в омах, килоомах или мегомах той величине, которая указана на сопротивлении. Проверка производится любым омметром.

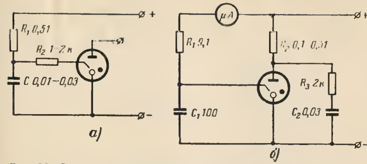


Рис. 26. Схемы для проверки параметров тиратрона МТХ-90.
а — определение напряжения зажигания сетка — катод; *б* — определение тока зажигания.

При всех операциях с конденсаторами большой емкости и на большое напряжение (свыше 100 *в*) следует соблюдать правила техники безопасности, имея в виду, что электрический заряд в конденсаторе может сохраняться достаточно длительное время и что он может быть опасен для человека.

Поэтому во всех случаях, прежде чем касаться конденсатора, его следует разрядить, замкнув выводы конденсатора между собой или с шасси прибора (например, отверткой с изолированной ручкой, держась за эту ручку).

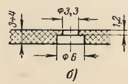
Перед монтажом **трансформаторов и дросселей** и в процессе изготовления катушек трансформаторов и дросселей необходимо произвести ряд проверок. После намотки катушки ее проверяют на отсутствие короткозамкнутых витков (методика и прибор для такой проверки описаны ниже). Затем, после пропитки, сушки и сборки трансформатора и дросселя проверяется состояние изоляции обмоток по отношению к сердечнику и друг к другу, проверяется правильность маркировки выводов обмоток и коэффициент трансформации. Эти проверки удобнее всего производить на специальных приборах, устройство которых описано далее.

МОНТАЖ ЭЛЕМЕНТОВ АППАРАТУРЫ

Монтаж аппаратуры с бесконтактными элементами отличается от монтажа аппаратуры с реле миниатюрностью большинства бесконтактных элементов и необ-

ходимостью при всяких работах с полупроводниковыми и магнитными элементами принимать специальные меры предосторожности. Особенности аппаратуры накладывают в свою очередь отпечаток на выбор инструмента и на способы выполнения монтажа.

18,5
4
Ф5,5
0,5
Ф3,2
Ф2,6
а)



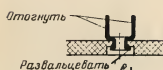


Рис. 27. Образец лепестка для крепления элементов на платах.

а — лепестки; *б* — сверление платы для крепления лепестка; *в* — лепесток, укрепленный на плате.

Всякие монтажные работы начинаются с размещения и укрепления элементов схемы в монтажном поле. Располагать следует элементы так, чтобы в смонтированном аппарате был удобный доступ к каждому элементу; чтобы отдельные элементы, нагревающиеся во время работы, не были стеснены соседними элементами и не нагревали бы их; чтобы размещение было экономным и не вызывало бы значительного увеличения размеров изготавливаемого прибора.

В настоящее время устройства автоматики и телемеханики выполняют из отдельных блоков, каждый из которых во всем устройстве выполняет ту или иную функцию («функциональный блок» — например: блок питания, блок триггеров и т. п.). Блоки в свою очередь состоят из определенного числа схемных элементов (триггеров, мультивибраторов, логических элементов), детали которых (диоды, транзисторы, тороидальные трансформаторы, сопротивления и т. д.) располагаются обычно на платах из изоляционного материала. В качестве материала для изготовления плат применяются: гетинакс, текстолит и др.

Процесс изготовления платы начинается с разметки и укрепления на ней необходимого количества специальных монтажных лепестков, к которым впоследствии

присоединяют элементы схемы и монтажные провода.

Каждый лепесток имеет два ушка для присоединения с одной стороны элемента схемы, а с другой монтажного провода. Чертеж лепестка заводского изготовления показан на рис. 27,*а*. Применение лепестков в большинстве случаев необходимо, так как монтажные провода и элементы схемы имеют различные режимы пайки и могут припаиваться различными припоями. Готовые лепестки

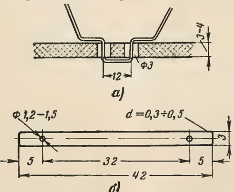


Рис. 28. Упрощенная конструкция лепестка.
а - лепесток, установленный на плате; *б* — лепесток.

вставляются в отверстия, заранее высверленные в монтажной плате (рис. 27,*б*) и развальцовываются в ней, как показано на рис. 27,*в*.

В условиях небольшой мастерской может быть применена упрощенная конструкция лепестка, изображенная на рис. 28,*а*. Такой лепесток крепится, как показано на рис. 28,*б*, в двух отверстиях монтажной платы. Лепестки изготавливаются из латунной ленты (фольги) толщиной 0,3—0,5 *мм*. Для удобства изготовления заготовки лепестков складываются в пакеты по 10 — 15 шт. и сверлятся и обрабатываются в общем пакете.

После того как лепестки укреплены, к ним в определенной последовательности припаивают монтажные провода и выводы элементов схемы.

Размещение полупроводниковых приборов на плате не безразлично для достоинств прибора. Их следует располагать по возможности вдали от нагревающихся

элементов схемы (сопротивления, электронные и коммутаторные лампы и т. п.). Во всех случаях надо стараться обеспечить хорошее охлаждение элементов, в необходимых случаях применять радиаторы (например, для диодов Д300, как указано выше). Плоскость радиатора располагается вертикально, так как это улучшает его теплоотдачу. Теплоотдача радиатора, расположенного горизонтально, составляет только $^4/_5$ теплоотдачи радиатора, расположенного вертикально.

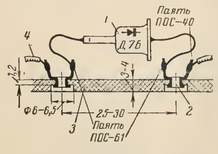


Рис. 29. Пример крепления диода с гибкими выводами к лепесткам.

1 — диод; *2* — лепесток; *3* — плата; *4* — монтажный провод.

Иногда в установках автоматики или телемеханики применяется принудительная циркуляция воздуха. В этом случае плоскость радиатора должна совпадать с направлением потока охлаждающего воздуха.

На рис. 29 показано крепление диода серии Д7 к лепесткам. Диоды серии Д300 и аналогичные им имеют для крепления специальную резьбу и гайку.

Транзисторы П201—П203 и сходные с ними крепятся к платам винтами.

Маломощные транзисторы обычно подпаивают выводами к лепесткам, как показано на рис. 29 для крепления диодов. В тех случаях, когда транзистор предполагается эксплуатировать в условиях тряски, вибрации, толчков (например, в передвижных и переносных установках), он должен быть закреплен жестко, так, например, как показано на рис. 30.

Следует иметь в виду, что выводы большинства слаботочных диодов и транзисторов очень нежные, возможны обрывы и поломка их при неосторожном обращении. Рекомендуется изгибать выводы не ближе 5 *мм* от корпуса прибора и пайку их производить припоем с самой низкой температурой плавления.

Размещение и крепление конденсаторов зависит от их типа и конструкции.

Электролитические конденсаторы размещают по возможности дальше от нагревающихся элементов схемы и других источников тепла: радиоламп, нагруженных сопротивлений, трансформаторов и т. п. В противном случае эти конденсаторы будут быстро терять свои свойства («стареть»).

В отличие от полупроводниковых приборов (диодов, транзисторов) конденсаторы большинства типов допускают подпайку соединительных проводов в непосредст-

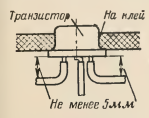


Рис. 30. Пример крепления транзистора в переносных установках.

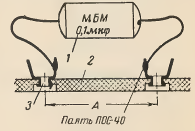


Рис. 31. Крепление небольшого конденсатора на лепестках.

1 — конденсатор; *2* — плата; *3* — лепесток. Размер *А* выбирается в зависимости от длины корпуса конденсатора.

венной близости от корпуса конденсатора.

Исключение составляют малогабаритные конденсаторы типов ЭМ, МБМ, БГМ, БМ, у которых подпайка выводов допускается на расстоянии не ближе 5 *мм* от основания вывода. Эти конденсаторы крепятся так же, как маломощные диоды (рис. 31), но с применением припоев с более высокой температурой. В случаях, когда конденсаторы имеют гайку для крепления, а корпус, изготовленный из алюминиевого сплава является одним из выводов (например, конденсаторы типа КЭ), конденсатор крепится так, как показано на рис. 32,*б*. В этом случае специальная шайба-лепесток (рис. 32,*а*) подкладывается под корпус конденсатора и служит одним из его выводов (для конденсаторов типа КЭ — «минус»), к ней и припаиваются монтажные провода.

Способ крепления сопротивлений выбирается в зависимости от конструкции самого сопротивления и от конструкции электрического аппарата. Наиболее часто небольшие по габаритам сопротивления, например, МЛТ, УЛМ, УЛИ, ВС и им подобные, крепятся пайкой к ле-

песткам. Сопротивления более крупные, например ПЭ, ПЭВ, ПЭВ-х и др. крепятся на шпильках.

В сопротивлениях обычно выделяется наибольшее количество тепла по сравнению с другими элементами аппаратуры автоматики, поэтому во всех случаях крепления сопротивлений должно быть обеспечено хорошее обтекание их охлаждающим воздухом. Особенно много тепла выделяется обычно проволочными сопротивлениями эмалированными типа ПЭ, ПЭВ и ВС-10, рассчитанными на большие мощности, например ПЭ до

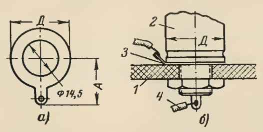


Рис. 32. Крепление конденсаторов типа КЭ к плате.

а — контактный лепесток, размер *Д* выбирается по диаметру корпуса конденсатора; *б* — чертеж крепления.
1 — плата; *2* — конденсатор; *3* — контактный лепесток; *4* — монтажный провод.

150 *вт*. Место для таких сопротивлений нужно выбирать особенно внимательно. Удобно крепить такие сопротивления, как показано на рис. 33.

При изготовлении и ремонте трансформаторов необходимо обращать внимание на качество намотки обмоток. При рядовой намотке с изоляцией между рядами витков следует избегать провала витков на краях обмотки во избежание появления короткозамкнутых витков. Для обмоток, выполняемых беспорядочно, рекомендуется применять провода с более прочной изоляцией, например ПЭВ-2.

Во всех случаях намотку обмоток производят в одном направлении, принятом для данного трансформатора.

После изготовления катушки пропитывают изоляционными лаками. Это производится двумя способами. По первому способу во время намотки катушки слои обмо-

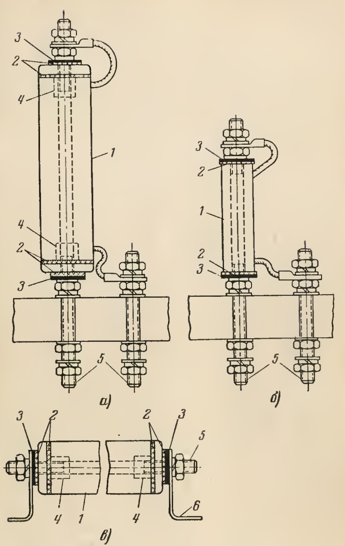


Рис. 33. Крепление сопротивлений типа ПЭ и ВС.

а — вертикальное крепление сопротивления большой мощности (50—150 *вт*) с фарфоровой втулкой; *б* — вертикальное крепление сопротивления мощностью до 50 *вт*; *в* — горизонтальное крепление сопротивления на лапках.

1 — сопротивление трубчатое; *2* — шайба асбестовая; *3* — шайба миканитовая; *4* — втулка фарфоровая; *5* — шпилька с гайками; *6* — лапки.

ток кистью промазывают бакелитовым лаком. По второму способу после намотки катушку пропитывают масляно-битумным лаком, например лаками № 447, 458, 462 или проваривают в расплавленном парафине. Пропитка катушек производится в следующем порядке:

а) сушка в сушильном шкафу при температуре 100—120° С—12 *ч*;

б) пропитка в баке с лаком № 447 — 3 *ч*;

в) сушка в сушильном шкафу при температуре 100—120° С — 18—20 *ч*.

После намотки и пропитки катушки трансформатора на нее наклеивают этикетку с обмоточными данными.

Выводы обмоток, выполненных из провода диаметром до 0,3 *мм*, выполняют, обычно, гибким проводом (например марок АТСК, МГВЛ, ПМВГ). Гибкий изолированный провод припаивается к обмоточному и место спайки изолируется бумагой, лакотканью или др.

Выводы обмоток из проводов больших диаметров выполняют тем же проводом, что и обмотку. Для улучшения изоляции и для маркировки выводов на них надевают линоксиновые или виниловые трубочки.

При пайке выводов к обмоточному проводу следует пользоваться только бескислотными флюсами, аккуратно, чтобы не повредить провод, зачищая место пайки и, после пайки, тщательно изолируя контакт.

И гибкие выводы и выводы с надетыми на них трубками один или несколько раз оборачивают вокруг обмотки и привязывают к ней суровыми нитками.

К трансформаторам с пермаллоевыми сердечниками, изготовленными в заводских условиях, следует относиться очень осторожно. При изготовлении сердечники подвергались специальной термической обработке для получения необходимых электротехнических свойств. При ударе, изгибе или других деформациях сердечники могут потерять эти свойства. Сборку (шихтовку) магнитопроводов из Ш-образных пластин из пермаллоя следует производить также осторожно, применяя только деревянные молотки.

Обмотки трансформаторов связи можно выполнять внавал. Остальные требования к обмоткам те же, что и для обмоток силовых трансформаторов.

Изготовление дросселей ведется так же, как изготовление трансформаторов.

У собранного дросселя величина воздушного зазора устанавливается при регулировке и, чтобы этот зазор не был нарушен позже, при эксплуатации, его заполняют прессшпановой или бумажной прокладкой.

Основной технологической операцией, которая наиболее часто встречается при всяких работах по обслуживанию и монтаже устройства автоматики и телемеханики, является пайка мягкими припоями с невысокой температурой плавления.

На свои места сначала припаиваются провода связи, сопротивления, конденсаторы, выводы трансформаторов и дросселей, а затем полупроводниковые элементы. Очередность подпайки выводов элементов к лепесткам обусловлена различной температурой пайки, которую можно применять в том или ином случае.

Вначале к лепесткам припаиваются провода связи. Обычно в качестве монтажных проводов используются провода марок ПМВ, ПМВГ, МГВЛ и т. д. сечением 0,2—0,75 *мм*².

Провода связи между элементами аккуратно раскладываются по плате или связываются в жгуты (потоки) с тем, чтобы не загромождать плату для выполнения следующих операций. Необходимость пайки монтажных проводов в первую очередь вызвана тем, что в этом случае можно применять менее дефицитные припои с более высокой температурой плавления (например, ПОС-40) и удобно связывать и укладывать жгуты.

Провод должен быть соответствующим образом подготовлен к пайке. Прежде всего жилу провода на участке 5—7 *мм*, предназначенном для пайки, очищают от изоляции, обезжиривают и облуживают (провода марок ПМВ, ПМВГ, МГВЛ и др. имеют облуженные жилы). Для зачистки проводов от изоляции применяют различные методы. Малое количество проводов можно зачищать просто ножом. В тех случаях, когда эту операцию приходится выполнять часто, можно пользоваться боковыми кусачками — бокорезами, но для этого требуется определенный навык, без которого можно просто перекусить провод. Лучше пользоваться различными обжигалками, которые электромонтеры обычно изготавливают сами. Для зачистки проводов с полихлорвиниловой изоляцией можно, например, применять обжигалку, изображенную на рис. 34,*а*. Эта обжигалка

получает питание от сети 6—36 *в*. При замыкании ключа *К* (рис. 34,*б*) нить *Н* нагревается. Наклонной нитью оплавляют и счищают изоляцию с конца провода. Нить *Н* изготавливается из нихрома. Диаметр провода выбирается в зависимости от напряжения источника тока, обычно 0,8—1,0 *мм*. Зажимы, в которых закрепляется нихром, нужно выбирать массивные, так чтобы концы провода не разогревали бы их, иначе контакты будут обгорать и обжигалка быстро выйдет из строя.

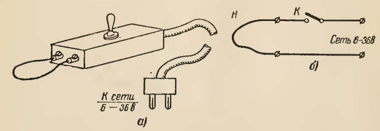


Рис. 34. Один из видов обжигалки для зачистки проводов с виниловой изоляцией.
а — внешний вид; *б* — схема.

Пайка проводов к лепесткам должна быть выполнена возможно надежнее. При этой операции также старательно облуживают лепесток, с тем чтобы в дальнейшем пайка остальных элементов схемы происходила возможно быстрее и качественнее.

Затем к лепесткам припаиваются элементы, допускающие значительный нагрев (выводы сопротивлений, конденсаторов, трансформаторов и дросселей и т. д.).

Полупроводниковые элементы (диоды, транзисторы), припаивают в последнюю очередь. При их пайке можно применять припои с температурой плавления не выше 150—200° С. Для этих целей можно рекомендовать припой ПОС-61 или другие специальные припои, состав и характеристики которых приведены в табл. 6.

При пайке полупроводниковых приборов не следует допускать перегрева самого полупроводникового перехода. Поэтому пайку производят быстро (не больше 2—3 *сек*), чтобы корпус диода или транзистора не успел прогреться до критической температуры, которая для большинства диодов и транзисторов составляет

Марка или наименование припоя	Температура плавления °С	Удельный вес	Составляющие, %				
			Олово	Сурьма	Висмут	Кадмий	Свинец
ПОС-40	183—235	9,3	39—40	1,5—2	—	—	Остальное
ПОС-50	183—223	9,4	49—50	0,8	—	—	„
ПОС-61	183—190	8,2	59—61	0,8	—	—	„
ПОС-90	220	7,6	89—90	—	—	—	„
ПОСВ20	159	9,1	33—40	—	19—20	—	„
ПОСВ33	130	9,5	33	—	33	—	„
Висмутовый	100—110	—	25	—	50	—	25
Висмутовый	94	—	16	—	52	—	32
ПОСК50	145	8,8	50	—	—	18	32
ПОК56	125	7,8	56	—	—	44	—
Легкоплавкий	70	—	27	—	50	10	13

80—85° С. С этой целью для пайки полупроводниковых приборов применяют электрические паяльники с мощностью 50—60 *вт*. Чтобы корпус диода или транзистора не нагрелся, вывод между корпусом и местом пайки удерживается пинцетом с плоскими губками или плоскогубцами с длинными губками, которые являются в этом случае также теплоотводящим элементом. Для лучшего теплоотвода губки пинцета должны иметь медные наконечники (можно, например, обернуть их тонкой медной пластинкой и обжать для лучшего контакта).

Пайку следует вести возможно дальше от корпуса прибора — во всяком случае не ближе 10 *мм*. При пайке выводов транзисторов на них обычно надевают полихлорвиниловые трубочки от монтажных проводов разных цветов. Применяют например, такую расцветку: коллектор — синий или зеленый, эмиттер — красный или оранжевый, база — белый или желтый.

Применение таких полихлорвиниловых трубочек («чулочков») имеет двоякую цель — для маркировки выводов и для контроля температуры пайки. В том случае, когда температура пайки оказывается выше допустимой, «чулочек» начинает плавиться. Это является сигналом о ненормальном режиме пайки.

Практически, чтобы пайка производилась возможно быстрее, немного перегревают паяльник сверх температуры плавления припоя. В этом случае место пайки бы-

стро прогревается, а при использовании теплоотвода и обдуве корпус прибора нагреться не успевает.

При замене транзисторов в схеме, находящейся под напряжением, сначала следует отпаять коллектор, затем эмиттер и последней базу. Пайку выводов транзистора к действующей схеме надо вести в обратном порядке: база, эмиттер, коллектор.

После пайки места паек обезжириваются — промываются спиртом или ацетоном, а затем покрываются цапон-лаком (обычно цветным) для предохранения от возможного окисления.

Во всех случаях для пайки можно применять только бескислотные флюсы. Применение флюсов, содержащих кислоты (например, обычная травленая соляная кислота — хлористый цинк), недопустимо, так как под действием паров влаги воздуха места паек окисляются, что приводит к нарушению контакта.

В качестве бескислотных флюсов обычно применяют канифоль, раствор канифоли в спирте и др. Можно рекомендовать составы, приведенные в табл. 7.

Таблица 7

Составляющие	Варианты флюсов				
	1	2	3	4	5
Спирт ректификат, *мл*	100	100	40	100	100
Канифоль, *г*	30	—	—	22	—
Диэтиламин солянокислый, *г*	—	—	—	3,5	—
Триэтаноламин, *г*	—	8	10	2	10
Салициловая кислота, *г*	—	4	10	—	10
Вазелин медицинский, *г*	—	—	100	—	—
Глицерин, *г*	—	—	—	—	5

Подготовка паяльника к пайке имеет также большое значение. Паяльник должен быть правильно заточен, зачищен и облужен. Заточка паяльника может быть различной. На рис. 35 приведены некоторые варианты заточки. Обычно паяльники, имеющиеся в продаже, имеют заточку, изображенную на рис. 35,*а*. Ее нельзя считать удачной, так как при такой заточке припой плохо стекает с паяльника. Более удачным вариантом заточки является изображенный на рис. 35,*б*, причем грани, образующие лезвие паяльника, должны быть скруг-

лены, как показано на рисунке. Этот вариант заточки — универсальный, он пригоден во всех случаях пайки. Для специальных видов пайки (например, для пайки проводов и выводов элементов к лепесткам плат) можно затачивать паяльник так, как показано на рис. 35,*в*.

Лезвие паяльника периодически чистят и облуживают. Обычно, если паяльником пользуются постоянно, чистка должна производиться не реже 1 раза в 2—3 дня.

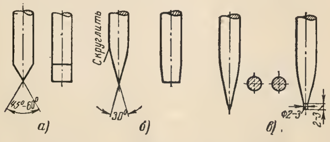


Рис. 35. Различные варианты заточки лезвия электрического паяльника.

а — обычная; *б* — улучшенная, пригодная для различных случаев пайки; *в* — для пайки выводов элементов к лепесткам.

В последнее время в устройствах автоматики и телемеханики все большее распространение получают платы с печатным монтажом. При монтаже и ремонте таких плат надо помнить, что токопроводящие покрытия этих плат не допускают сильного нагрева и механических повреждений. Поэтому к ним надо подходить с такой же осторожностью, как и к пайке полупроводниковых элементов — применять припои с низкими температурами плавления, пайку производить быстро, паяльником мощностью не более 60 *вт*. Если надо заменить какой-либо элемент, то его не отпаивают, а откусывают кусачками его вывод с таким расчетом, чтобы к оставшейся части вывода можно было подпаять новый элемент. Для лучшего теплоотвода плату фольгированной стороной кладут на металлическую пластину.

Если токопроводящее покрытие платы, выполненной при помощи печатного монтажа, окажется поврежденным, то нарушенную электрическую цепь обычно восстанавливают, аккуратно подпаяв к соответствующим

выводам навесных элементов перемычку из изолированного монтажного провода сечением 0,2—0,35 *мм*². Зачищать токопроводящее покрытие платы и подпаивать к нему провода не допускается. Место пайки обязательно обезжиривается и покрывается лаком.

Все работы по ремонту плат (как печатных, так и обычных) должны производиться при полностью отключенном напряжении и снятом заряде конденсаторов. Если же по каким-либо исключительным причинам требуется заменять элементы в схемах, находящихся под напряжением, то следует, прежде всего отпаять элемент, проверить, как изменится при этом схема и не не приведет ли это к выходу из строя других элементов из-за перераспределения напряжений и токов в схеме.

Хранение полупроводниковых приборов, конденсаторов и сопротивлений следует производить с соблюдением известной осторожности. Транзисторы, полупроводниковые диоды и конденсаторы нельзя хранить при температурах, выше допустимых для этих приборов. Большинство из этих приборов имеют нежные выводы, поэтому при всяком обращении с ними надо стараться эти выводы не повредить и не отломить. В упаковке, а также установленные (впаянные) в аппаратуру элементы способны выдерживать значительную вибрацию и тряску.

Особую осторожность следует соблюдать при обращении с трансформаторами, выполненными с пермаллоевыми сердечниками. Удары, тряска и тому подобные механические воздействия могут окончательно вывести такой прибор из строя.

При хранении и эксплуатации приборов, имеющих стеклянные баллоны (тиратроны, диоды), надо помнить, что малейшее нарушение целости стекла приводит к выходу прибора из строя. Особых требований по влажности не предъявляется, однако надо помнить, что повышенная влажность может привести к коррозии выводов и к нарушению изоляции.

Приборы, запаянные в схему аппарата, должны периодически очищаться от пыли даже в том случае, если аппаратура не эксплуатируется. Очистку от пыли производят обдувом (применяя, например, резиновую грушу) и мягкими кистями, осторожно. Если аппаратура находится под напряжением или только что отключена, очистку следует вести особенно осторожно, соблюдая

правила техники безопасности. Кисти в этом случае должны иметь изолированную ручку, а обойма должна быть изготовлена из изолирующего материала.

ПРИБОРЫ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ЭЛЕМЕНТОВ АППАРАТУРЫ

В предыдущем разделе описаны некоторые упрощенные схемы и способы испытаний и проверок элементов автоматики и телемеханики. Описанные приемы рассчитаны на получение первых приблизительных сведений о пригодности элементов к монтажу.

Эти схемы могут быть легко и быстро собраны электромонтерами самостоятельно, но они часто не обеспечивают необходимой точности измерения и, что еще важнее, неудобны и малопроизводительны при массовых проверках.

В случаях, когда те или иные параметры элементов необходимо проверять достаточно часто или с большой точностью, используются специальные приборы, серийно изготавливаемые промышленностью, или приборы, которые могут быть для этих целей самостоятельно изготовлены электромонтерами в своих мастерских. Некоторые из этих приборов описываются ниже.

Прибор для проверки обмоток трансформаторов и дросселей на отсутствие короткозамкнутого витка. После того как обмотки намотаны, просушены и подготовлены к дальнейшей сборке, их следует проверять на отсутствие оборванных и короткозамкнутых витков.

Проверка на отсутствие обрывов обмотки производится обычно тестером. Проверка на отсутствие короткозамкнутых витков может производиться различными методами, например при помощи прибора, электрическая схема которого приведена на рис. 36,*а*.

Этот прибор представляет собой генератор низкочастотных колебаний, работающий в режиме, близком к срыву генерации. Исследуемую катушку (на схеме обмотка L_x — показана пунктиром) надевают на сердечник обмоток L_{I}, L_2 и L_3 прибора. В случае, когда проверяемая обмотка исправна и не содержит ни одного короткозамкнутого витка, стрелка прибора mA показывает какой-то ток. Если в катушке имеется хотя бы один виток, замкнутый накоротко, генерация прибора сры-

вается и стрелка прибора становится на нуль или приближается к нулю.

Изготовить такой прибор можно в любой электротехнической мастерской.

Данные элементов схемы:

Диоды $Д_1$—$Д_4$ типа Д7Б, транзистор типа П14. Сопротивления: R_1 типа МЛТ-0,5—300 *ом*, R_2 типа СП — 1 *ком*. Обмотки L_1 L_2, L_3 намотаны на эбонитовом или гетинаксовом каркасе (рис. 37). Обмотки L_1 и L_2 наматывают в одной из секций каркаса, обмотку L_3 — в другой. Для всех катушек применяется провод ПЭЛ ∅ 0,33—0,38 *мм*. Намотку ведут беспорядочно. Катушка L_1 содержит 200 витков, L_2 — 600 витков и L_3 — 260 витков. В качестве сердечника применен стержень из феррита марки Ф-600 длиной 140, диаметром 8 *мм*, используемый в антеннах карманных и переносных приемников.

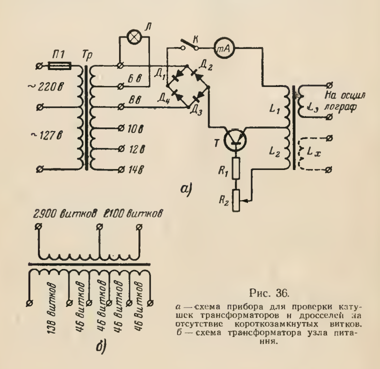


Рис. 36.

а — схема прибора для проверки катушек трансформаторов и дросселей на отсутствие короткозамкнутых витков. *б* — схема трансформатора узла питания.

Миллиамперметр типа М5-2 со шкалой 0—50 *ма* или другого типа.

Узел питания прибора состоит из трансформатора, схема и число витков которого приведены на рис. 36,*б*. Обмотки трансформатора выполнены: первичная из провода ПЭЛ 0,1 *мм*, вторичная из провода ПЭЛ 0,41 *мм*.

Сердечник трансформатора собран из пластин 0,35 *мм*. Толщина набора 15 *мм*.

Вторичная обмотка выполнена с отводами, которые необходимы для подбора напряжения, подаваемого на выпрямительный мост.

Наладку прибора лучше всего вести по осциллографу (например, ЭО-7), который подключается к обмотке L_3.

При данном питании генератор самовозбуждается. Частотные колебания можно хорошо наблюдать по осциллографу. Затем на ферритовый стержень прибора надевают короткозамкнутый виток из куска провода. По осциллографу следят за срывом генерации. Если при надевании короткозамкнутого витка срыва генерации не наблюдается, то изменяют сопротивление R_2 в цепи базы транзистора.

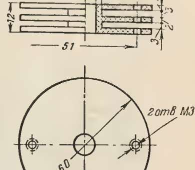


Рис. 37. Каркас катушки прибора для проверки катушек (рис. 36), материал — эбонит или гетинакс.

Общий вид такого прибора показан на рис. 38.

Прибор для проверки трансформаторов и дросселей[1]. Прибор предназначен для проведения следующих испытаний трансформаторов:

1) проверка коэффициента трансформации,
2) измерение сопротивления обмоток,
3) измерение тока холостого хода трансформатора,
4) контроль изоляции обмоток.

[1] Прибор разработал рационализатор Московского энергомеханического завода МПС Е. В. Мальцев.

Кроме того, прибором можно проверить сопротивление обмоток и испытать изоляцию обмоток дросселей.

Схема прибора приведена на рис. 39.

Все узлы и элементы схемы прибора смонтированы в металлическом кожухе с размерами 340×170×210 *мм*. Сверху на крышке прибора размещена камера для установки проверяемого трансформатора. Передняя и задняя дверцы камеры прозрачные, из оргстекла. В камере



Рис. 38. Общий вид прибора для проверки катушек на отсутствие короткозамкнутых витков.

установлен ряд зажимов, к которым подключается проверяемый трансформатор. Так как в объем испытаний входит испытание электрической прочности изоляции обмоток повышенным напряжением (600 *в*), устроены блокировочные контакты, которые отключают прибор при открывании дверцы камеры.

Дно камеры выполнено из фольгированного гетинакса таким образом, что оно изолировано от всех элементов схемы и металлических деталей прибора и только при проведении испытаний изоляции на него подается напряжение. Проверяемый трансформатор при испытании ставится своим магнитопроводом на эту пластину фольгированного гетинакса, и, тем самым, подключается к схеме прибора.

Питание прибора осуществляется от сети переменного тока 220 *в*.

Контроль питания осуществляется лампочкой *ЛЗ*. Проверка трансформаторов прибором производится следующим образом.

Проверка коэффициента трансформации. Автотрансформатор *АТ* выводят в нулевое (крайнее левое) поло-

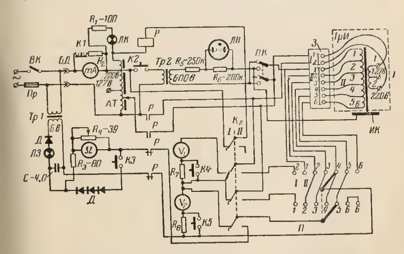


Рис. 39. Схема прибора для проверки трансформаторов и дросселей

Д — диоды типа Д7Б; *ТрI* — трансформатор 220/6 *в*; *Тр2* — трансформатор 220/600 *в*; *АТ* — автотрансформатор; *ЛК* и *ЛЗ* — сигнальные лампы 6 *в*; *ЛН* — неоновая лампа типа МН-5; *Р* — реле типа МКУ-48; *ВК* — выключатель питания; *Пр* — предохранитель; *ИК* — испытательная камера; *ТрИ* — проверяемый трансформатор; *БД* — ножевые контакты блокировки дверцы испытательной камеры; *З* — набор зажимов для подключения выводов обмоток проверяемого трансформатора; *П* — переключатель обмоток трансформатора *ТрИ*; *Кл* — ключ рода работы: положение *I* — измерение коэффициента трансформации; *II* — измерение сопротивления обмоток, среднее положение — нейтральное; *КI* — кнопка измерения тока холостого хода трансформатора; *К2* — кнопка испытания изоляции; *К3* — кнопка проверки нуля омметра; *К4* и *К5* — кнопки изменения пределов измерения вольтметров V_1 и V_2; *mA* — миллиамперметр Э421, 0—500 *ма*; *Пк* — тумблер ТВ1-2; R_2 — сопротивление 3 *ом* на ток 2*а*, сопротивления R_7 и R_8 служат для изменения пределов измерения вольтметров V_1 и V_2 и подбираются в зависимости от типа использованных приборов.

В качестве омметра и вольтметров использованы микроамперметры детекторной системы на 500μ*а*, шкалы которых переградуированы. Пределы измерения вольтметра V_1=0—300 *в* и 0—30 *в*; V_2 — 0—100 *в* и 0—10 *в*.

жение. Ключ *Кл* устанавливают в положение *I*. Проверяемый трансформатор ставят магнитопроводом на дно камеры. Вывод его обмоток подключают к зажимам *З*. В том случае, когда первичная обмотка проверяемого трансформатора имеет отпайки (например, для включения на 127 и 220 *в*), ее подключают крайними (начало и конец) выводами. Если первичная обмотка секциони-

рована, то секции обмотки соединяются для подключения на 220 *в*. После установки и подключения трансформатора дверцу камеры закрывают и запирают защелкой.

Переключатель обмоток *П* устанавливают в положение *II*. Тем самым вольтметр V_2 включается между 1-м и 2-м выводами вторичной обмотки проверяемого трансформатора. Вольтметр V_1 подключен к первичной обмотке и имеет предел измерения 0—300 *в*.

После подготовки схемы выключателем *ВК* подают питание на прибор. Лампочки *ЛЗ* и *ЛК* — загораются, причем лампочка *ЛК* сигнализирует о подаче напряжения на автотрансформатор *АТ* и остальную часть собранной схемы.

При подаче напряжения на автотрансформатор реле *Р* срабатывает и замыкающимися контактами включает первичную обмотку проверяемого трансформатора.

Плавным вращением ручки автотрансформатора устанавливают необходимое напряжение в первичной обмотке. Контроль первичного напряжения ведут по вольтметру V_1.

Величину первичного напряжения выбирают удобной для подсчета коэффициента трансформации. Если надо подать и измерить напряжение менее 30 *в*, используют кнопку *К4* изменения предела измерения вольтметра V_1. При включенной кнопке *К4* вольтметр V_1 будет иметь предел измерения 0—30 *в*.

По вольтметру V_2 измеряют напряжение на выводах *1—2* вторичной обмотки проверяемого трансформатора. Вольтметр V_2 также имеет два предела измерения: 0—100 *в* и при включенной кнопке *К5* 0—10 *в*. Коэффициент трансформации подсчитывается как отношение показания вольтметра V_1 к показанию вольтметра V_2.

Если вторичная обмотка имеет несколько выводов, переключая переключатель *П*, можно определить коэффициент трансформации для любой части обмотки между всеми смежными выводами.

Если вторичная обмотка не имеет промежуточных выводов, ее подключают к зажимам *1—2*.

Измерение сопротивления обмоток. Ключ *Кл* ставится в положение *II*. При этом реле *Р* отключается и своими контактами включает цепь омметра. Нажатием кнопки *К3* проверяют установку омметра на нуль. При

необходимости сопротивлением R_4 устанавливают стрелку прибора на нуль.

Переключателем *П* подключают ту обмотку, сопротивление которой надо измерить. Величину сопротивления обмотки определяют по показаниям омметра.

При этом измерении необходимо иметь в виду, что лампочка *Л3* контролирует не только подачу питания на прибор, но и исправность схемы омметра. Если схема исправна, лампочка *Л3* горит. При выходе из строя диодов и при других неисправностях лампочка *Л3* гаснет.

Измерение тока холостого хода трансформатори. Вначале определяют ток холостого хода автотрансформатора *АТ*. Для этого ключ *Кл* ставится в среднее положение. В этом случае реле *Р* обесточено и проверяемый трансформатор *ТрИ* не подключен к автотрансформатору. Нажимают кнопку *К1* и по миллиамперметру определяют величину тока холостого хода автотрансформатора при напряжении питания 220 *в*.

Эту величину определяют однажды, при первом измерении, записывают и используют при дальнейшей работе с прибором.

Затем измеряют ток холостого хода, проверяемого трансформатора *ТрИ*. Для этого ключ *Кл* ставят в положение *I*. Реле *Р* срабатывает и контактами подключает первичную обмотку проверяемого трансформатора *ТрИ* к автотрансформатору *АТ*. Вращением ручки автотрансформатора по вольтметру V_1 устанавливают напряжение, соответствующее рабочему напряжению первичной обмотки.

Нажимают кнопку *К1*, и миллиамперметром измеряют ток, который является суммой токов холостого хода автотрансформатора (он был определен ранее) и проверяемого трансформатора. Ток холостого хода проверяемого трансформатора определится как разность второго и первого измерений.

Контроль изоляции обмоток.

На этом приборе испытание изоляции обмоток производится повышенным напряжением 600 *в*. Для проведения испытания ключ *Кл* ставится в среднее положение. При этом все элементы схемы прибора отключаются, кроме схемы испытания изоляции. Тумблер *ПК* ставят в верхнее положение. Первичная обмотка электри-

чески соединяется с дном камеры и, следовательно, с магнитопроводом проверяемого трансформатора.

Вторичная обмотка оказывается подключенной ко второму выводу повышающего трансформатора (цепь 600 *в*). Нажатием кнопки *К2* подают повышенное напряжение на проверяемый трансформатор и испытыва-

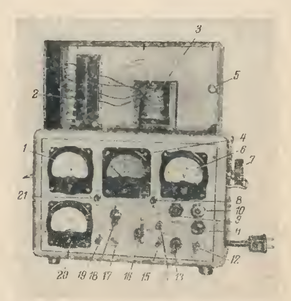


Рис. 40. Общий вид прибора для проверки трансформаторов и дросселей.

ют изоляцию вторичной обмотки относительно первичной и магнитопровода. Если изоляция исправна и имеет сопротивление свыше 1 *Мом*, то неоновая лампочка *ЛН* не загорается. При сопротивлении изоляции менее 1 *Мом* лампочка горит средней яркостью. При нарушении изоляции (пробой) — неоновая лампочка ярко светится.

Затем тумблер *ПК* переключают в нижнее положение и производят испытание первичной обмотки относительно вторичной и магнитопровода. Порядок испытания аналогичен описанному выше.

Общий вид прибора показан на рис. 40.

Испытатель полупроводниковых приборов типа ИПП-1. Для проверки параметров диодов и транзисторов можно использовать прибор типа ИПП-1, принципиальная схема которого приведена на рис. 41. Прибор типа ИПП-1 позволяет проверять:

у транзисторов — обратные токи коллектора $I_{к.о}$ и эмиттера $I_{э.о}$, начальный ток коллектора и коэффициент усиления по току β;

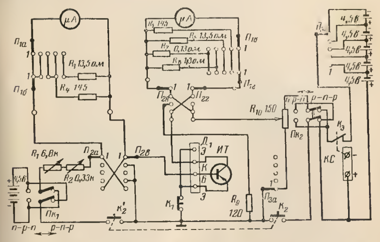


Рис. 41. Схема прибора типа ИПП-1 для проверки параметров диодов и транзисторов.

у диодов — обратный ток диода, прямой ток диода при напряжениях 0,5 *в* (для плоскостных диодов) и 1 *в* (для точечных диодов), а также различные параметры других приборов.

Данные элементов схемы прибора типа ИПП-1 приведены на рис. 41. Сопротивления R_1 и R_2 типа СП, сопротивление R_{10} — проволочное. Шунты R_3, R_4, R_5, R_6, R_7, R_8 — проволочные, наматываются проводом ПЭШОК 0,2 на высокоомных сопротивлениях МЛТ-2. Переключатели $П_1$, $П_2$ и $П_3$ — типа 5П2Н, переключатели $Пк_1$ и $Пк_2$ — типа тумблер.

Держатель $Д_1$ служит для закрепления проверяемого транзистора или диода при испытании. Он может быть любой конструкции, обеспечивающей надежный контакт между выводами проверяемого транзистора и соответст-

вующими элементами схемы. Зажимы *КС* служат для подключения внешнего источника питания.

В качестве измерительных приборов применены магнитоэлектрические микроамперметры ПМС (100 *мка*).

Подробное описание схемы и конструкции прибора приведено в [Л. 11].

Массовые проверки транзисторов, диодов, тороидальных трансформаторов и тиратронов с холодным

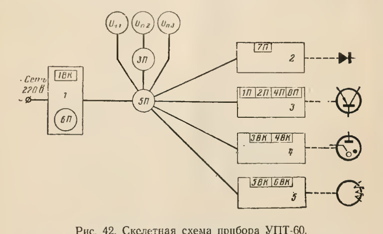


Рис. 42. Скелетная схема прибора УПТ-60.

1 - блок питания; 2 — блок испытания диодов; 3 — блок испытания транзисторов; 4 — блок испытания тиратронов; 5 — блок испытания тороидов.

катодом в эксплуатационных, заводских и лабораторных условиях можно проводить на **универсальном приборе типа УПТ-60** *. Прибор типа УПТ-60 предназначен для проверки полупроводниковых диодов и транзисторов, тиратронов с холодным катодом и тороидов с прямоугольной петлей гистерезиса. Прибор состоит из четырех блоков, имеющих общий блок питания и общие выходные измерительные приборы. Электропитание прибора производится от сети 127 или 220 *в* переменного тока. Скелетная схема соединения блоков прибора приведена на рис. 42.

---

* Разработан Всесоюзным научно-исследовательским институтом железнодорожного транспорта (ЦНИИ МПС); выпускается серийно Московским энергомеханическим заводом МПС

Каждый блок предназначен для измерения одного какого-нибудь элемента: диода, транзистора и др., как показано пунктиром на скелетной схеме.

Для проверки параметров испытываемый прибор надежно подключается к предназначенным для него зажимам на панели прибора УПТ-60. Перед началом испытаний ключ *5П*, обозначенный на панели прибора надписью «проверка», устанавливают в положение, со-



Рис. 43. Общий вид прибора УПТ-60.

ответствующее типу проверяемого прибора «диод», «транзистор», «тиратрон» или «тороид».

После этого, манипулируя ключами и регуляторами, устанавливают режим, необходимый для проверяемого прибора. Величину искомого параметра отсчитывают непосредственно на шкале одного из трех измерительных приборов: $U_{п1}$, $U_{п2}$, $U_{п3}$. Наименование ключей и выключателей, которыми необходимо производить переключения, показаны в маленьких прямоугольниках в пределах блоков прибора. Так, для испытания диодов нужно переключать переключатель *7П* (кроме общего переключателя *5П*); для испытания тиратронов нужно оперировать ключами *3ВК* и *4ВК*.

Прибором УПТ-60 измеряют такие параметры элементов устройств:

диоды — измеряются прямое падение напряжения $\Delta U_{пр}$ и обратный ток $I_{обр}$;

транзисторы — измеряются средний коэффициент усиления транзистора по току при заземленном эмиттере — $\beta_{ср}$, начальный ток коллектора $I_{к.н}$, ток утечки между эмиттером и коллектором закрытого транзистора — $I_{э.к.о}$; измерения транзисторов могут производиться в различных режимах;

тиратроны с холодным катодом — измеряются минимальные напряжения зажигания по аноду $U_а$, напряжения зажигающих импульсов $U_{з.н}$ и напряжение во время горения $\Delta U_г$;

тороиды — проверка тороидов производится путем сравнения свойств проверяемого тороида с образцовым тороидом, вмонтированным в прибор. Внешний вид прибора УПТ-60 показан на рис. 43.

ЛИТЕРАТУРА

1. Лосев Д. П., Полисар Г. Л., Филимонов Ю. П. Элементы и узлы бесконтактных телемеханических устройств. Судпромгиз, 1962.

2. Овласюк В. Я., Сухопрудский Н. Д. Бесконтактные устройства телеуправления электрифицированных железных дорог. Труды ЦНИИ МПС, вып. 205 Трансжелдориздат. 1960.

3. Овласюк В Я., Сухопрудский Н. Д. Энергоснабжение и телеуправление электрифицированных железных дорог. Труды ЦНИИ МПС, вып. 173. Трансжелдориздат, 1959.

4. Вострокнутов Н. Н., Дорогунцев В. Г., Маранчак В. М., Овчаренко Н. И., Сиротинский Е. Л. и Фабрикант В. Л. Применение полупроводников в устройствах релейной защиты и системой автоматики, изд-во «Высшая школа», 1962.

5. Стретт М. Полупроводниковые приборы, Госэнергоиздат, 1956.

6. Кораблев Л. Н. Лампы с холодным катодом. Изд-во АН СССР, 1961.

7. Брук В. А., Гаршенин В. В., Курносов А. И. Производство полупроводниковых приборов, Профтехиздат, 1963.

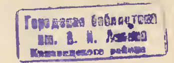
8. Лабутин В. К., Полупроводниковые диоды, изд-во «Энергия», 1964.

9. Лабутин В. Т. Транзисторы общего назначения, изд-во «Энергия», 1964.

10 Михайлов Н. В. и Пропошин А. И. Конденсаторы, изд-во «Энергия», 1965.

11. Майшев В. В. Испытатель полупроводниковых приборов (ИПП-1), изд-во «Энергия», 1965.

СОДЕРЖАНИЕ



Дидух Юрий Иосифович, Листков Анатолий Петрович.
Проверка элементов аппаратуры телемеханики.
М.—Л., изд-во «Энергия», 1966 г., 64 с. с черт. (Библиотека электромонтера. Вып. 179).
Тематический план 1965 г., № 158.

Редактор *И. С. Звенигородский.* Техн. редактор *Н. А. Бульдяев.*

Сдано в набор 21/IX 1965 г. Подписано к печати 7/XII 1965 г.
Т-16121 Бумага $84 \times 108^1/_{32}$ Печ. л. 3,36 Уч.-изд. л. 3,18
Тираж 15 000 экз. Цена 11 коп. Зак. 654

Московская типография № 10 Главполиграфпрома
Государственного комитета Совета Министров СССР по печати.
Шлюзовая наб., 10.

БИБЛИОТЕКА ЭЛЕКТРОМОНТЕРА

ВЫШЛИ ИЗ ПЕЧАТИ

Мандрыкин С. А. Ремонт электродвигателей. Вып. 169.

Константинов Б. А. Коэффициент мощности cos φ. Вып. 170

Браизбург Е. З., Сохранский С. Г., Хромченко Г. Муфты и заделки кабелей с пластмассовой изоляцией. Вып. 1

Епишин В. Ф. Резка проводов и тросов. Вып. 172.

Минин Г. П. Измерение мощности. Вып. 173.

Сидлик Л. З. Измерения при наладке воздушных выключател Вып. 174.

Щуров В. М. Наладка и обслуживание регуляторов частоты тепловых электростанциях. Вып. 175.

Черняев К. К. Безопасные способы работы в электроустановка Вып. 176.

Рабинович Г. А. и Ситковский А. Я. Автоматизация ленточ ных конвейеров. Вып. 177.

Иевлев В. И., Карягин А. Г. Монтаж распределительны устройств 110 и 220 *кв*. Вып. 178.

ГОТОВЯТСЯ К ПЕЧАТИ

Бариев Н. В. Электрооборудование строительных экскаваторов.

Голубев М. Л. Реле прямого действия.

Ильинский Н. Ф. Расчет и выбор сопротивлений для электродвигателей.

Ларионов В. П. Защита жилых домов и производственных сооружений от молнии.

Левченко М. Г. и Черняев П. Д. Индукционные реле тока.

Издательство заказов на книги не принимает и книг не высылает.

Книги, выходящие массовым тиражом, высылают наложенным платежом без задатка отделения «Книга — почтой».